

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problems Mailbox.**

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

(11) N° de publication :
(à utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 621 677

(21) N° d'enregistrement national :

87 14138

(51) Int Cl⁴ : F 16 S 1/10 // B 62 D 25/00.

(12)

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 13 octobre 1987.

(71) Demandeur(s) : Société dite : *FRANCE DESIGN Henri Heuliez, Société Anonyme. — FR.*

(30) Priorité :

(72) Inventeur(s) : Gérard Queveau.

(43) Date de la mise à disposition du public de la demande : BOPI « Brevets » n° 15 du 14 avril 1989.

(73) Titulaire(s) :

(60) Références à d'autres documents nationaux appartenants :

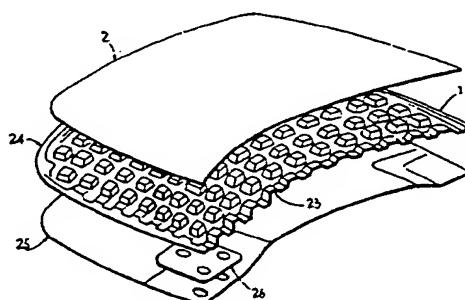
(74) Mandataire(s) : Cabinet Claude Rodhain.

(54) Structure rigide destinée à la réalisation de panneaux ou d'éléments tridimensionnels.

(57) L'invention concerne une structure rigide légère destinée à la réalisation de panneaux d'éléments tri-dimensionnels.

La structure rigide selon l'invention est notamment remarquable en ce qu'elle est constituée d'un élément métallique alvéolaire 1 qui comprend au moins une feuille métallique alvéolairé de très faible épaisseur et dont la face est recouverte d'une feuille métallique de fermeture 2 de faible épaisseur, l'assemblage dudit élément métallique alvéolaire 1 et de la feuille de fermeture 2 étant réalisé sur la face extérieure du fond d'au moins une partie des alvéoles.

L'invention s'applique en particulier à la réalisation d'éléments de carrosserie ou de pièces destinées à l'industrie automobile.



FR 2 621 677 - A1

D

"Structure rigide destinée à la réalisation de panneaux ou d'éléments tridimensionnels"

La présente invention concerne une structure rigide destinée à la réalisation de panneaux ou d'éléments tridimensionnels tels que des éléments de carrosserie automobile.

En particulier pour des raisons d'économie d'énergie, il est désirable de réduire au maximum le poids des véhicules automobiles tout en leur conférant la solidité et la rigidité requises, en particulier en ce qui concerne la sécurité. On a proposé en particulier d'utiliser des matières synthétiques pour la réalisation de tout ou partie des carrosseries automobiles ; on a également proposé d'utiliser des matériaux composites. Toutefois, l'utilisation de tels matériaux non métalliques entraîne un accroissement du coût de fabrication, compte tenu des contraintes mécaniques à respecter.

L'invention a pour objet une structure destinée à la réalisation de panneaux ou d'éléments tridimensionnels qui soient à la fois rigides de manière à résister aux contraintes mécaniques imposées, et légères.

La structure rigide selon l'invention est notamment remarquable en ce qu'elle est constituée d'un élément métallique alvéolaire qui comprend au moins une feuille métallique alvéolaire de très faible épaisseur, et dont une face est recouverte d'une feuille métallique de fermeture de faible épaisseur, l'assemblage dudit élément alvéolaire et de la feuille de fermeture étant réalisé sur la face extérieure du fond d'au moins une partie des alvéoles. Selon une autre caractéristique de l'invention, ladite structure rigide comporte une feuille inférieure fixée sur une autre face dudit élément métallique alvéolaire.

Avantageusement, on utilise pour la réalisation desdites feuilles métalliques alvéolaires, de l'acier à haute limite élastique.

5 L'avantage de ces structures, par rapport à des structures de type "composite" existant actuellement, (matrices organiques ou minérales, fibres de verre, carbone, kevlar, bore, etc...) est de profiter largement des qualités mécaniques de l'acier en ce qui concerne principalement le module d'élasticité de ce matériau pour concevoir un type de structure particulier, autorisant un rapport poids/résistance mécanique intéressant.

10 15 L'invention permet de concevoir ce que l'on appellera des "structures volumiques alvéolaires d'épaisseur variables de type sandwich monocouche ou multicouche" utilisées par exemple pour la réalisation de coques d'épaisseur constante ou variable ou de pièce massive en conception volumique.

20 25 La réalisation de telles structures, fait appel à des technologies existantes concernant l'emboutissage de tôles minces à hautes limites élastiques et qui permettent l'obtention de feuilles alvéolées de faible épaisseur (quelques dixièmes de mm, voire quelques centièmes de mm) et qui reliées les unes aux autres par des méthodes d'assemblage tel que le collage, le soudage ou le soudo-brasage, permettront de réaliser des structures rigides conformes à la présente invention.

30 Les alvéoles, pour des raisons de caractéristiques mécaniques particulières, seront définies judicieusement, afin de permettre la réalisation de structures à flexibilité constante ou variable.

35 Outre la légèreté due à l'utilisation de feuilles très minces, d'autres avantages apparaissent tout de suite quant à l'utilisation de telles structures:

- des réserves en minerai importantes font de l'acier un matériau dont l'utilisation, par une évolution

importante dans la technologie de transformation, va s'accentuer;

- un cycle de fabrication très court (dû en particulier à la méthode de transformation par emboutissage) par rapport à des matériaux composites à matrice organique ou minérale, permettant une réduction des coûts pour des fabrications grande série;
- un coût d'achat matière inférieur par rapport aux composites pour des qualités physiques, mécaniques et thermiques équivalentes;
- une stabilité dimensionnelle supérieure;
- des qualités mécaniques supérieures;
- des caractéristiques d'isolation thermique, acoustique et électro-magnétique supérieures;
- la possibilité de protection contre l'oxydation par une galvanisation et un prélaquage des tôles avant formage et utilisation possible de tôles en acier inoxydable.

Tous ces avantages font de l'acier un matériau de base sans équivalence actuellement pour les conceptions de structures telles que décrites précédemment, les technologies actuelles de transformation permettant une utilisation plus rationnelle de l'acier par la possibilité d'emboutissage de tôles minces à haute limite élastique et des méthodes d'assemblage par collage, soudage ou soudo-brasage plus sophistiquées.

Selon une autre caractéristique de l'invention, l'élément métallique alvéolaire comporte plusieurs feuilles alvéolaires de très faible épaisseur accolées les unes sur les autres. Ceci permet la réalisation d'éléments tridimensionnels de forme quelconque.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront de la description qui suit, ainsi que des dessins ci-annexés sur lesquels :

- la figure 1 est une vue éclatée d'une structure rigide conforme à la présente invention;

- la figure 2 est une coupe partielle de la structure rigide de la figure 1;

5 - les figures 3a à 3f représentent différentes formes de panneaux ou d'éléments tridimensionnels pouvant être réalisés grâce à la présente invention;

10 - la figure 4 représente en perspective avec coupe partielle une structure rigide selon la présente invention dans laquelle l'élément métallique alvéolaire comprend plusieurs feuilles;

- les figures 5 et 6 sont des coupes partielles de la figure 4;

15 - la figure 7 est une vue de détail d'une feuille alvéolaire utilisée pour la réalisation de la structure décrite à la figure 4;

- les figures 8 à 11 représentent différentes possibilités de répartition des alvéoles, et

20 - la figure 12 représente en perspective une structure rigide d'épaisseur variable comportant une seule feuille métallique alvéolaire.

25 La figure 1 représente un premier exemple de réalisation d'une structure rigide légère conforme à la présente invention ; elle est constituée par un élément métallique alvéolé 1 et une feuille de fermeture 2 réalisée en tôle de faible épaisseur ; l'élément métallique alvéolaire est constitué dans ce cas d'une seule feuille métallique alvéolaire qui est assemblée sur la feuille de couverture 2 par collage ou tout autre moyen d'assemblage (soudage, soudo-brasage) au sommet des alvéoles 23 et éventuellement sur le contour 24.

30 La structure ainsi obtenue peut être complétée par une feuille inférieure 25 qui est accolée sur l'autre face de l'élément métallique alvéolaire 1. Cette feuille inférieure peut constituer un élément de finition ou être réalisée en tôle d'acier mince, par exemple du type à

haute limite d'élasticité, pour participer à la rigidité de l'ensemble.

Des éléments de renforcement 26 constitués par exemple par des plaques métalliques en tôle d'acier, constituent des éléments de renforcement local et peuvent être disposés entre les différents éléments de la structure rigide selon l'invention. Dans l'exemple représenté, ces éléments de renforcement 26 seront fixés entre la feuille inférieure 3 ou 25 et la feuille métallique alvéolée 1 ; dans le cas d'un élément métallique alvéolaire comportant plusieurs feuilles métalliques alvéolaires collées les unes sur les autres, ces éléments de renforcement peuvent également être disposés entre deux feuilles métalliques alvéolaires.

Les éléments de renforcement 26 peuvent être utilisés comme éléments de raccordement avec d'autres structures voisines ou également comme éléments d'accrochage pour la fixation de pièces, par exemple la fixation d'une serrure sur une structure rigide conforme à la présente invention et constituant un capot de véhicule automobile.

Les éléments de renforcement 26 peuvent également servir à définir des zones de différentes rigidité pouvant être combinées au dessin des alvéoles comme exposé plus bas.

Pour des raisons d'isolation thermique ou acoustique, on peut injecter dans les alvéoles une matière d'isolation 7 telle qu'une mousse de faible densité qui peut également améliorer les caractéristiques mécaniques de la structure.

Comme indiqué plus haut, l'élément métallique alvéolaire est constitué de feuilles métalliques alvéolaires de très faible épaisseur, les alvéoles étant par exemple réalisées par une technique d'emboutissage. En faisant varier la profondeur des alvéoles, on peut réaliser une feuille métallique 1 dont l'épaisseur est

5

variable, comme cela sera expliqué en liaison avec la figure 12. Avantageusement, l'épaisseur de la feuille métallique alvéolaire est de quelques dixièmes, voire de quelques centièmes de mm ; ladite feuille est réalisée à partir d'une tôle d'acier à haute limite élastique qui comporte une protection contre l'oxydation, par exemple par galvanisation ou par revêtement d'une laque, avant l'opération d'emboutissage.

10

La géométrie des alvéoles 23 est définie en fonction des caractéristiques mécaniques de la pièce réalisée à l'aide de la structure rigide selon l'invention.

15

Les figures 8 à 11 représentent quelques dessins d'alvéoles selon les critères mécaniques envisagés. Les répartitions et dessins d'alvéoles ne sont pas limitatifs et toutes les possibilités, en fonction des directions préférentielles pour canaliser les efforts, peuvent être envisagées aussi bien en ce qui concerne la répartition et le dessin des alvéoles que dans leur épaisseur qui peut être variable.

20

A titre d'exemple, on a présenté sur les figures 8 à 11 différents types d'alvéoles correspondant à différentes utilisations possibles. La figure 8 définit une répartition permettant des déformations éventuelles selon les directions définies par les flèches 11 et 12 selon les axes 13 et 14. Ce principe d'alvéole est intéressant dans le cas d'utilisation spécifique, comme des formes développables par exemple, ne nécessitant pas d'outillages particuliers pour la mise en forme et pouvant être obtenues à partir de feuilles métalliques de type standard.

30

La figure 9 représente une autre répartition des alvéoles qui permet une déformation possible dans le sens de la flèche 15 selon les axes 16 tout en conservant une certaine raideur dans le sens de la flèche 18 selon les axes brisés 17. Cette répartition est intéressante

35

pour la définition de pièces de révolution ne nécessitant pas d'outillages particuliers.

La figure 10 représente une répartition qui permet d'obtenir une rigidité bi-directionnelle dans le sens des flèches 19 et 20 selon les axes brisés 21 et 22. Ce type de répartition convient pour des éléments demandant des raideurs bi-directionnelles uniformément réparties sur toute la surface de l'élément.

La figure 11 représente un cas de figure aléatoire où la répartition et le dessin des alvéoles déterminent des directions préférentielles pour canaliser les efforts.

Il est bien évident que ces quatre cas de figures ne sont que des exemples et que le dessin et la répartition des alvéoles peuvent être étendues à l'infini selon les cas particuliers à traiter, en fonction des directions et des intensités des efforts à considérer.

Comme mentionné précédemment, les feuilles métalliques alvéolées peuvent présenter des alvéoles de profondeur variable, ce qui permet par la répartition et le dessin des alvéoles d'une part, d'aborder le problème de la réalisation d'éléments volumiques, et d'autre part, de permettre d'obtenir, en plus de la répartition bi-dimensionnelle des efforts, des possibilités de raideur variable.

La figure 12 représente, en coupe, une structure rigide et légère conforme à l'invention à épaisseur variable qui comporte une feuille alvéolée 1 dont la profondeur des alvéoles est variable et à laquelle on a adjoint une feuille de fermeture en tôle mince 2 par collage ou tout autre moyen d'assemblage aux points de jonction 5. On a également représenté une feuille inférieure 3 fixée de manière similaire sur l'autre face de la feuille métallique alvéolaire 1.

La variation de l'épaisseur 4, dans ce cas de figure, détermine des zones de variation de la raideur en

flexion de la section considérée et en torsion-flexion si l'on considère une variation d'épaisseur dans le sens de la flèche 6. L'avantage de ces structures rigides à épaisseur variable est, d'une part la possibilité d'obtention de pièces spécifiques massives dont le dessin particulier des alvéoles permet de canaliser les efforts dans des directions préférentielles, non plus dans un référentiel bi-directionnel mais dans un référentiel tri-directionnel. Un autre avantage de ces structures rigides à épaisseur variable est également, en plus de l'intérêt concernant les caractéristiques mécaniques, d'aborder les problèmes de protection thermique et acoustique en des termes différents. Les coefficients d'isolation thermique, qui sont liés à l'injection possible de matériaux isolants dans les alvéoles, peuvent varier selon l'épaisseur et résoudre ainsi des problèmes d'utilisation spécifique. L'isolation acoustique peut également être liée à l'épaisseur variable d'un panneau ainsi qu'à la forme spécifique des alvéoles.

Les figures 3a à 3f illustrent différentes possibilités de conception de panneaux ou d'éléments tri-dimensionnels utilisant des structures rigides conformes à la présente invention. Comme on pourra le remarquer, ces différentes structures ont été représentées sans feuille inférieure de finition.

La figure 3a représente un élément de base, c'est-à-dire un panneau réalisé à partir d'une structure de type sandwich monocouche dans laquelle l'élément métallique alvéolaire est constitué d'une feuille métallique alvéolaire dont les alvéoles ont une épaisseur constante.

La figure 3b représente des panneaux pliés ou développables à épaisseur constante toujours du type sandwich monocouche.

La figure 3c représente un élément similaire à celui de la figure 3b mais avec une épaisseur variable.

Il est bien évident que pour les éléments des figures 3b et 3c, l'obtention d'éléments développables n'est réalisable que par un choix judicieux dans la répartition des alvéoles.

Les figures 3d et 3e représentent des panneaux toujours de type sandwich monocouche à double courbure d'épaisseur constante ou variable et qui nécessitent des outillages spécifiques, d'une part pour la réalisation de la feuille métallique alvéolée et, d'autre part, pour la réalisation de la feuille de fermeture.

Enfin la figure 3f représente une structure de type sandwich constituée par superposition de plusieurs feuilles métalliques alvéolaires, ce qui permet l'obtention d'éléments de forte épaisseur voire de pièces mécaniques.

Les figures 4 à 7 décrivent un exemple de réalisation de structure rigide conforme à la présente invention du type multicouche qui peut être destiné à la réalisation de pièces massives et dans laquelle l'élément métallique alvéolaire est constitué de plusieurs feuilles métalliques alvéolaires.

Le principe de ce type de structure est d'utiliser non plus une seule feuille alvéolaire mais plusieurs feuilles accolées les unes sur les autres ; ces feuilles alvéolaires peuvent être d'épaisseur constante ou variable.

Le but de ce type de structure est la possibilité de réaliser des pièces de forte épaisseur, même des pièces mécaniques.

La conception alvéolaire de ce type de structure avec des tôles de très faible épaisseur permet d'une part, de réaliser des pièces très légères et, d'autre part, de réaliser des pièces très rigides avec la possibilité, avec un dessin judicieux des alvéoles, de canaliser les efforts selon des directions

préférentielles dans un référentiel tri-dimensionnel et en tenant compte de l'intensité des efforts à considérer.

5 Dans l'exemple de réalisation des figures 4 à 7, les figures 5 et 6 correspondent à des coupes selon des directions perpendiculaires. Dans la structure représentée, l'élément métallique alvéolaire est constitué par l'assemblage successif, par collage ou tout autre moyen d'assemblage, de feuilles métalliques alvéolaires 2, les feuilles successives étant inversées deux à deux de manière à ce que la partie supérieure de l'alvéole d'une feuille corresponde à la partie supérieure de l'alvéole de la feuille voisine et ainsi de suite, l'assemblage étant effectué sur les deux parties en contact, comme représenté en 8.

10 15 Avantageusement, on prévoit que la fixation des feuilles métalliques alvéolaires n'est réalisée que sur certaines alvéoles en fonction des efforts mécaniques à supporter.

20 La structure ainsi définie peut être fermée par une feuille 1 du type défini par le rep. 2 de la fig.1 et d'un élément 4 pouvant être une tôle d'acier mince HLE ou tout autre matériau intéressant ou non la rigidité de la structure.

25 Entre chaque couche successive de tôle alvéolée, il est possible d'ajointre localement, pour des questions de raideur ou flexibilité locale, des éléments de renforcement 5 du type défini par le rep. 6 de la fig. 1.

30 35 De la même manière que les structures de type "monocouche", il est possible, pour des raisons d'isolation acoustique ou thermique, ainsi que l'amélioration de la tenue mécanique, d'injecter dans les alvéoles une mousse basse densité ; cette mousse pouvant également assurer une protection anti-corrosion supplémentaire.

Les fig. 4 à 7 représentent un exemple de réalisation dans lequel les feuilles intermédiaires ne sont pas de surface égale (cas d'emboutis profonds).

Pour l'explication qui va suivre, on peut situer dans un repère topologique défini par les directions u , v et w , (fig. 4 à 6), la direction w étant dans le sens de l'épaisseur de la structure.

Le nombre de couches n sera fonction du rapport existant entre l'épaisseur maximum e_{maxi} et les Δw

$$n = \frac{e_{maxi}}{\Delta w_{maxi}}$$

Le Δw lui-même sera fonction de la capacité d'allongement (à l'emboutissage) des tôles utilisées, donc du rapport existant entre la surface initiale de l'alvéole avant allongement $lu \times lv$ (fig. 7) et la surface finale après allongement pouvant être définie à partir d'un coefficient d'allongement K donc $lu \times lv \times K$.

En cas de variation brutale d'épaisseur e , la dimension des éléments définie par les longueur et largeur lu et lv (fig. 6) ainsi que leur nombre sera fonction de l'épaisseur e .

Afin d'optimiser ce genre de structure, aussi bien dans le domaine des coques à section constante ou dans le domaine volumique un calcul des contraintes peut être réalisé en simulant des sollicitations locales. Un programme de maillage volumique peut être mis au point, en définissant chaque face en contact des alvéoles des différentes couches constituant la liaison, comme les noeuds constitutifs du maillage considéré.

Les moyens informatiques actuels dans le domaine des calculs de structure permettent de vérifier, par éléments finis, les contraintes admissibles des structures et des programmes spécifiques permettent de définir, en fonction des contraintes admissibles, la forme et la répartition dans les trois dimensions des alvéoles afin d'optimiser la structure à réaliser.

5

Un programme de définition automatique de la géométrie des feuilles alvéolaires peut être mis au point en tenant compte de la définition géométrique de la face externe de la face interne de la structure qui peut être définie par exemple, à partir des surfaces polynomiales dites de Bézier.

10

Le calcul du nombre d'éléments, et les limites de chaque élément en fonction de l'épaisseur peuvent être déterminés à partir des normales de la face externe limitées par la surface interne.

15

20

25

30

35

REVENDICATIONS

1) Structure rigide destinée à la réalisation de panneaux ou d'éléments tri-dimensionnels, caractérisée en ce qu'elle est constituée d'un élément métallique alvéolaire (1) qui comprend au moins une feuille métallique alvéolaire de très faible épaisseur et dont une face est recouverte d'une feuille métallique de fermeture (2) de faible épaisseur, l'assemblage dudit élément alvéolaire (1) et de la feuille à fermeture (2) étant réalisé sur la face extérieure du fond d'au moins une partie des alvéoles (23).

2) Structure rigide légère selon la revendication 1, caractérisée en ce qu'elle comporte une feuille inférieure (3,25) fixée sur une autre face dudit élément métallique alvéolaire (1).

3) Structure rigide légère selon la revendication 1 ou 2, caractérisée en ce que ledit élément métallique alvéolaire comporte plusieurs feuilles métalliques alvéolaires de très faible épaisseur accolées les unes sur les autres.

4) Structure rigide légère selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que la ou les feuilles métalliques alvéolaires (1) sont en acier à haute limite élastique.

5) Structure rigide légère selon la revendication 2, caractérisée en ce que la feuille inférieure (3) constitue un élément de finition.

6) Structure rigide légère selon la revendication 2, caractérisée en ce que la feuille inférieure (2) est une feuille métallique de faible épaisseur de rigidification.

7) Structure rigide légère selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisée en ce qu'elle comporte des éléments de renforcement (26) constitués par des plaques fixées sur une ou plusieurs feuilles métalliques alvéolaires (1).

8) Structure rigide légère selon la revendication 7, caractérisée en ce que les éléments de renforcement (26) constituent des éléments de fixation.

5

9) Structure rigide légère selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisée en ce que la ou les feuilles métalliques alvéolaires comportent des alvéoles de formes et de profondeurs différentes.

10

10) Structure rigide légère selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisée en ce que la ou les feuilles métalliques alvéolaires (1) sont réalisées par emboutissage de tôle de très faible épaisseur protégée contre la corrosion.

15

20

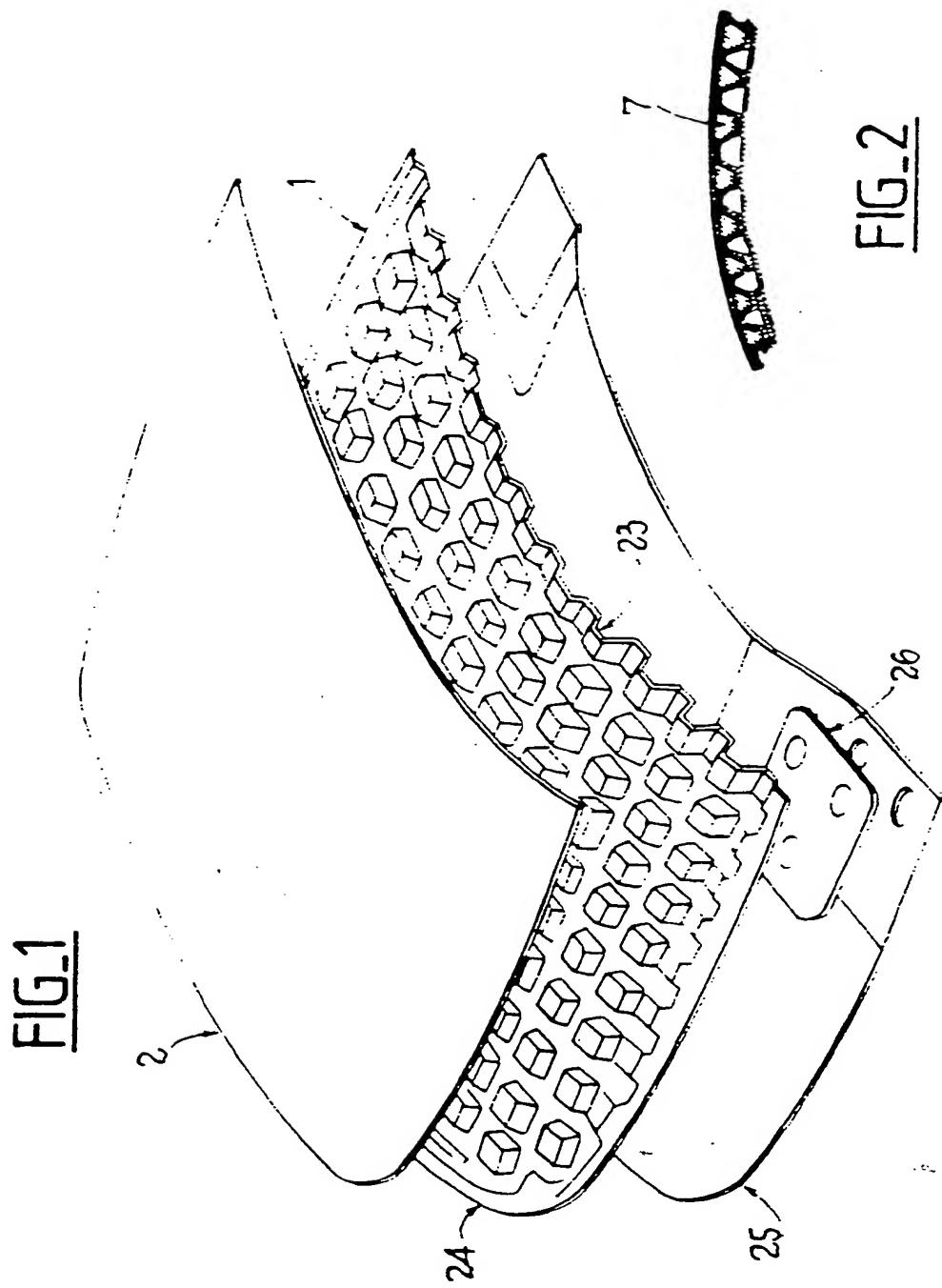
25

30

35

2621677

1/5



2621677

2/5

FIG. 3a

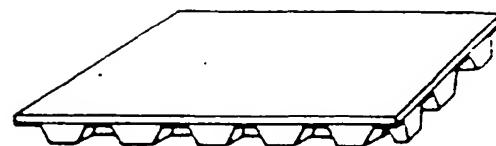


FIG. 3b

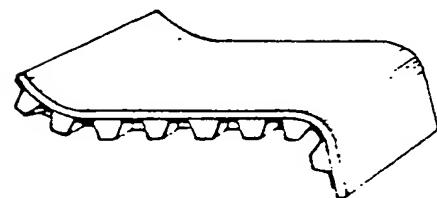


FIG. 3c



FIG. 3d



FIG. 3e

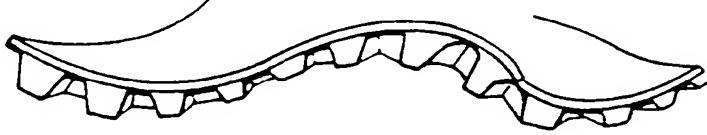
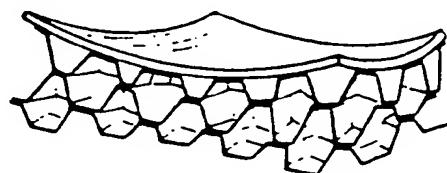


FIG. 3f



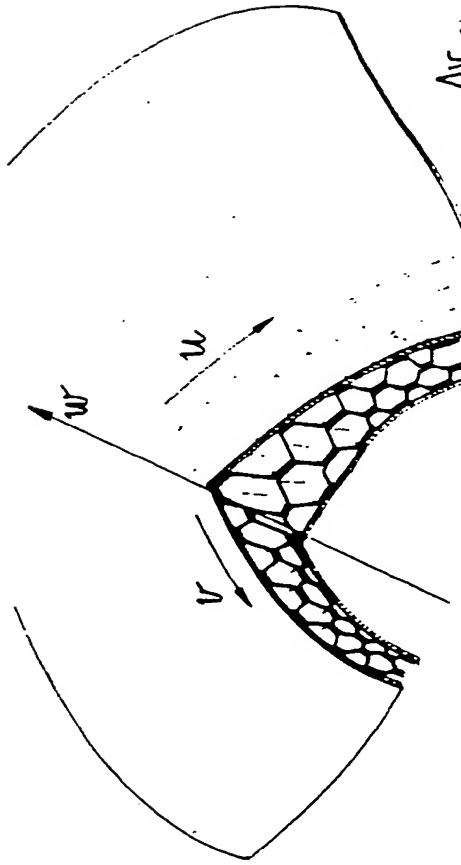


FIG. 4

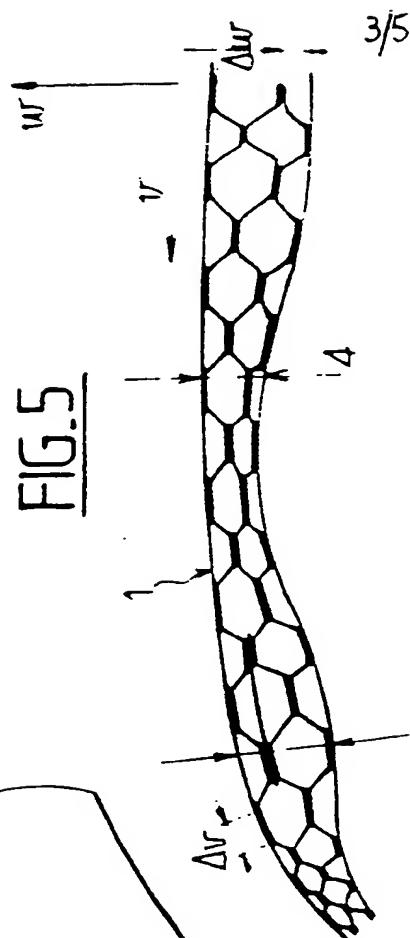


FIG. 5

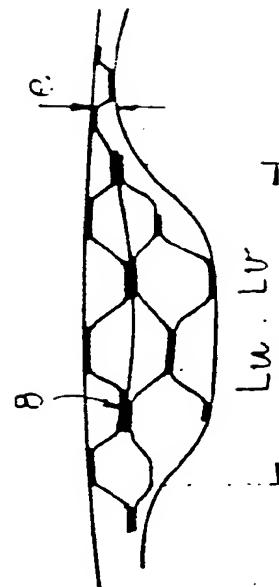


FIG. 6

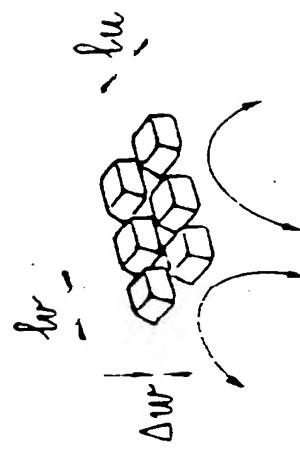
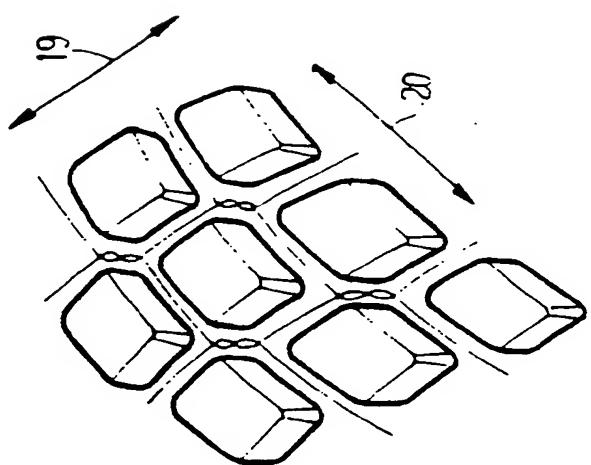
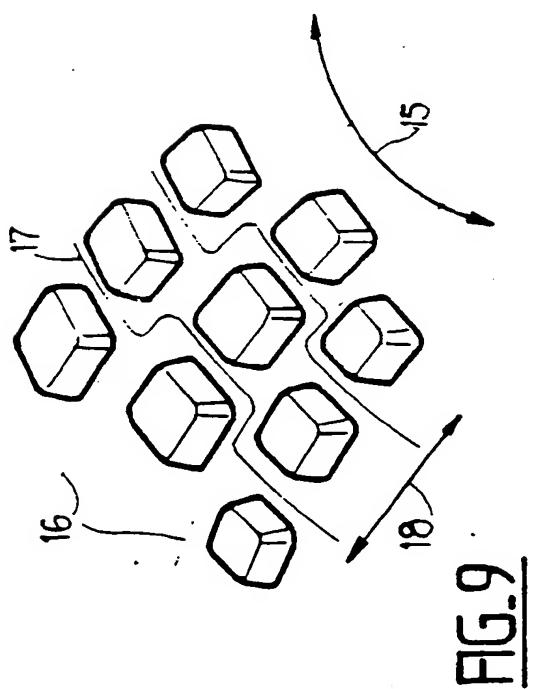
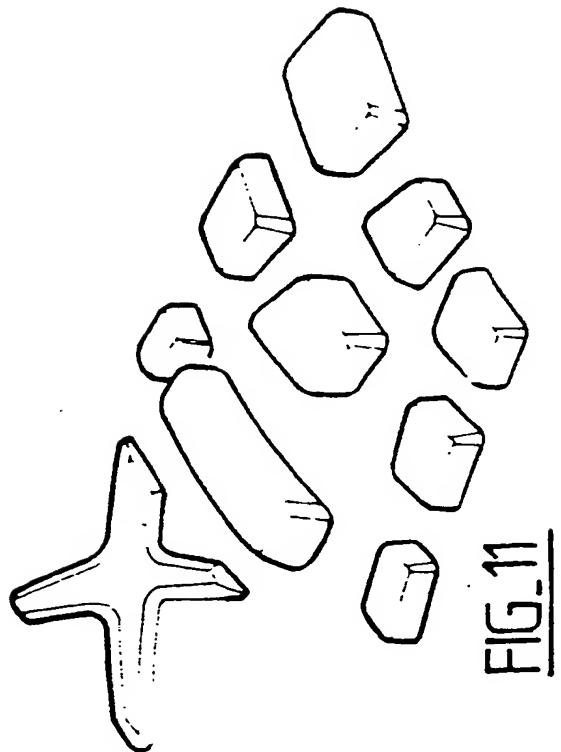
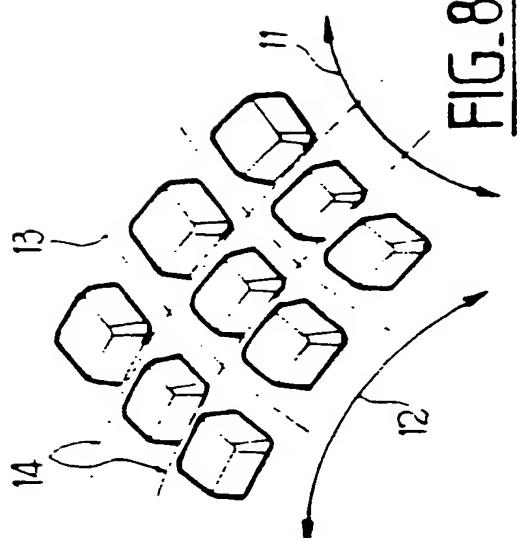


FIG. 7

2621677

4/5



2621677

5/5

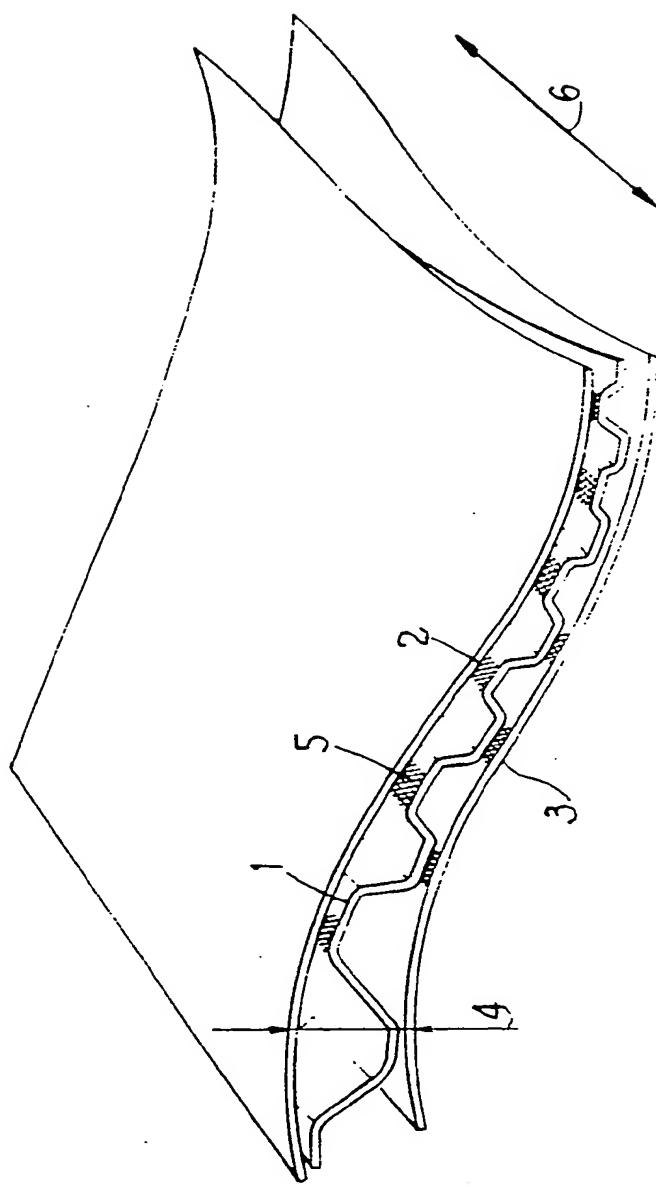


FIG.12